

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-077704

(43)Date of publication of application : 23.03.2001

(51)Int.Cl.

H03M 13/29

G06F 11/10

H03M 13/13

(21)Application number : 11-251071

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 06.09.1999

(72)Inventor : NAKAMURA TAKAHIKO

FUJITA HACHIRO

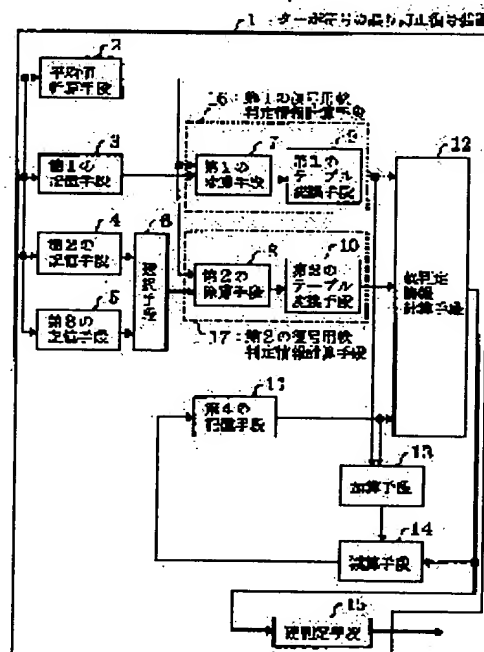
YOSHIDA HIDEO

(54) DEVICE AND METHOD FOR CORRECTING AND DECODING ERROR OF TURBO CODE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To accelerate processing by calculating an average concerning reliability and obtaining soft decision information obtained by correcting the reliability from a ratio of soft decision information of a reception bit to the average so as to correct the soft decision information of each reception bit with a small arithmetic quantity.

SOLUTION: This device has an average calculation means 2 for calculating an average concerning reliability and decoding soft decision information calculating means 16 and 17 for obtaining the soft decision information obtained by correcting the reliability from a ratio of the soft decision information of a reception bit to the average. A first dividing means 7 and a first table conversion means 9 constitute the first decoding soft decision information calculating means 16 and the second dividing means 8 and the second table conversion means 10 constitute the second decoding soft decision information calculating means 17. Then, the means 9 and 10 have translation tables obtained by dividing the soft decision information of the reception bit by the average of the reliability to execute conversion to the soft decision information obtained by correcting reliability to be used for decoding with this table.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

01.10.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USP)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-77704

(P2001-77704A)

(43)公開日 平成13年3月23日(2001.3.23)

(51)IntCl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコ-ト*(参考)
H 0 3 M 13/29		H 0 3 M 13/29	5 B 0 0 1
G 0 6 F 11/10	3 3 0	G 0 6 F 11/10	3 3 0 Q 5 J 0 6 5
H 0 3 M 13/13		H 0 3 M 13/13	

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 15 頁)

(21)出願番号 特願平11-251071

(22)出願日 平成11年9月6日(1999.9.6)

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 中村 隆彦

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72)発明者 藤田 八郎

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74)代理人 100102439

弁理士 宮田 金雄 (外2名)

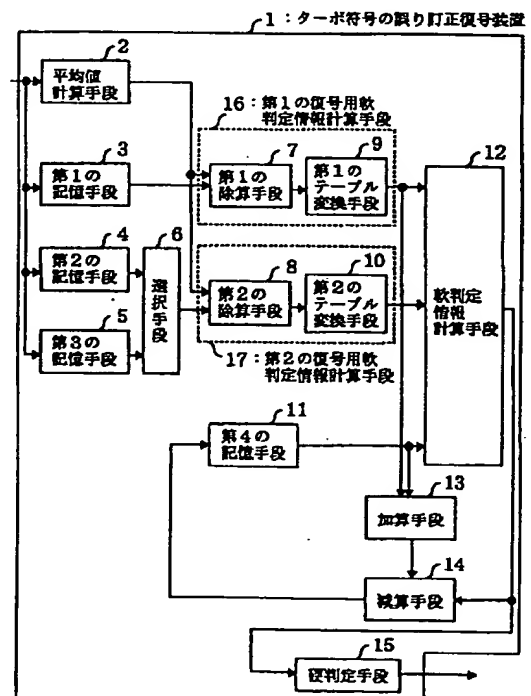
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ターボ符号の誤り訂正復号装置およびターボ符号の誤り訂正復号方法

(57)【要約】

【課題】 従来のターボ符号の誤り訂正復号装置では、受信ビットの信頼度の平均値(A)と分散値(σ^2)とを用いて補正した軟判定情報を求め、この軟判定情報で硬判定情報を得ていたが、この計算は複雑であるために、処理速度が遅延したり、回路が複雑になるという問題があった。

【解決手段】 受信した情報ビットの信頼度についての平均値を求め、この平均値と軟判定情報との比から、信頼度を補正した軟判定情報を変換テーブルで変換することで求め、この補正した軟判定情報を用いて硬判定情報を求める構成の装置、および方法とした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ターボ符号の符号化装置から送られた送信ビットを受信し、受信ビットから信頼度を補正した軟判定情報を求め、前記補正した軟判定情報を用いて硬判定情報を求めるターボ符号の誤り訂正復号装置において、前記信頼度についての平均値を計算する平均値計算手段と、前記受信ビットの軟判定情報と前記平均値との比から前記信頼度を補正した軟判定情報を求める復号用軟判定情報計算手段とを有していることを特徴とするターボ符号の誤り訂正復号装置。

【請求項2】 復号用軟判定情報計算手段は、受信ビットの軟判定情報と前記平均値との比を求める除算手段と、前記除算手段で求めた比を、予め記憶された変換テーブルを用いて変換することで信頼度を補正した軟判定情報を求めるテーブル変換手段とを有していることを特徴とする請求項1に記載のターボ符号の誤り訂正復号装置。

【請求項3】 復号用軟判定情報計算手段は、受信ビットの軟判定情報と平均値との比を求める除算手段と、前記除算手段で求めた比に予め記憶された定数を乗算することで信頼度を補正した軟判定情報を求める乗算手段とを有していることを特徴とする請求項1に記載のターボ符号の誤り訂正復号装置。

【請求項4】 ターボ符号の符号化装置から送られた送信ビットを受信し、受信ビットから信頼度を補正した軟判定情報を求め、前記補正した軟判定情報を用いて硬判定情報を求めるターボ符号の誤り訂正復号装置において、前記信頼度についての平均値を計算する平均値計算手段と、前記平均値からビットシフト量を求めるビットシフト量計算手段と、前記受信ビットの信頼度情報を前記ビットシフト量でビットシフトすることで前記信頼度を補正した軟判定情報を求めるビットシフト演算手段とを有していることを特徴とするターボ符号の誤り訂正復号装置。

【請求項5】 ターボ符号の符号化装置から送られた送信ビットを受信し、受信ビットから信頼度を補正した軟判定情報を求め、前記補正した軟判定情報を用いて硬判定情報を求めるターボ符号の誤り訂正復号方法において、前記信頼度についての平均値を計算するステップと、前記受信ビットの軟判定情報と前記平均値との比を求め、この比を予め記憶された変換テーブルを用いて変換することで前記信頼度を補正した軟判定情報を求めるステップとを有していることを特徴とするターボ符号の誤り訂正復号方法。

【請求項6】 ターボ符号の符号化装置から送られた送信ビットを受信し、受信ビットから信頼度を補正した軟判定情報を求め、前記補正した軟判定情報を用いて硬判定情報を求めるターボ符号の誤り訂正復号方法において、前記信頼度についての平均値を計算するステップと、前記受信ビットの軟判定情報と前記平均値との比を

求め、この比に予め記憶された定数を乗算することで前記信頼度を補正した軟判定情報を求めるステップとを有していることを特徴とするターボ符号の誤り訂正復号方法。

【請求項7】 ターボ符号の符号化装置から送られた送信ビットを受信し、受信ビットから信頼度を補正した軟判定情報を求め、前記補正した軟判定情報を用いて硬判定情報を求めるターボ符号の誤り訂正復号方法において、前記信頼度についての平均値を計算するステップと、前記平均値からビットシフト量を求め、前記受信ビットの軟判定情報を前記ビットシフト量でビットシフトすることで前記信頼度を補正した軟判定情報を求めるステップとを有していることを特徴とするターボ符号の誤り訂正復号方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、無線通信装置などの通信分野におけるターボ符号の誤り訂正復号方法および装置、特に、軟判定情報の計算を高速におこなうことができるターボ符号の誤り訂正復号方法および装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図10は、TDA Progress ReportのP. 63～P. 87に記載された"Soft-Output Decoding Algorithms in Iterative Decoding of Turbo Codes"(D. Divsalar and F. Pollara 1996年2月15日)で示された、従来のターボ符号の誤り訂正復号装置の構成を示すブロック図である。

【0003】図10中、100は、ターボ符号の誤り訂正復号装置である。101は、受信ビットの信頼度情報(軟判定情報の絶対値)の平均値および分散値を計算し、その値から軟判定情報を変換するための値を計算し、各軟判定情報に掛け合わせる演算手段である。102は、演算手段101の出力結果と、前回の軟判定出力結果とを加算する第1の加算手段である。103は、第1の加算手段102の結果を記憶するための第1の記憶手段である。104は、演算手段101の出力と第1の加算手段102の出力から軟判定情報を計算する第1の軟判定情報計算手段である。105は、第1の記憶手段103に記憶された第1の加算手段102の結果と、第1の軟判定情報計算手段104で算出された軟判定情報との差分である軟判定出力結果を計算するための第1の減算手段である。

【0004】106は、演算手段101の出力結果と、第1の減算手段105の出力結果とを加算する第2の加算手段である。107は、第2の加算手段106の結果を記憶するための第2の記憶手段である。108は、順序の並べ替えを行うインターリーブである。109は、イ

インタリーバ 108 の出力と演算手段 101 の出力から軟判定情報を計算する第 2 の軟判定情報計算手段である。

110 は、インタリーバ 108 で並び替えられた順序を元に戻すデインタリーバである。111 は、第 2 の記憶手段 107 に記憶された第 2 の加算手段 106 の結果と、第 2 の軟判定情報計算手段 109 で算出された軟判定情報との差分である軟判定出力結果を計算するための第 2 の減算手段である。112 は、硬判定情報を生成するための硬判定生成手段である。

【0005】次に、一般的なターボ符号の符号化装置の構成について説明する。図 11 は、従来のターボ符号の符号化装置を示すブロック図であり、第 1 系列、第 2 系列、第 3 系列を定義するものである。図 11 中、120 は、ターボ符号の符号化装置である。121 および 122 は、符号化系列を生成するための第 1 の帰還型畳込み符号化器および第 2 の帰還型畳込み符号化器である。123 は、インタリーバである。なお、以下の説明では、情報ビット系列をそのまま出力したものおよびその受信系列を第 1 系列、第 1 の帰還型畳込み符号化器 121 によって生成された系列およびその受信系列を第 2 系列、第 2 の帰還型畳込み符号化器 122 およびインタリーバ 123 において生成された系列およびその受信系列を第 3 系列と呼ぶことにする。

【0006】次に、ターボ符号の符号化装置 120 で符号化された送信ビットを受信した場合の、ターボ符号の誤り訂正復号装置 100 の動作について、図 10 に基づき説明する。まず、ターボ符号の符号化装置 120 から、回線や無線等を通じて第 1 系列・第 2 系列・第 3 系列からなる送信系列ビットが送られ、ターボ符号の誤り訂正復号装置 100 で受信する。

【0007】復号装置 100 では、演算手段 101 において、第 1 系列、第 2 系列、および第 3 系列の受信ビットが入力されるとその信頼度情報の平均値 A および分散値 σ^2 が計算される。この値をもとに $2A/\sigma^2$ の計算を行い、演算手段 101 においてその値を各々の入力される軟判定情報に掛け合わせる。

【0008】次に、演算装置 101 での演算結果は第 1 の加算手段 102 に送られ、演算手段 101 において計算された軟判定情報のうち第 1 系列と、第 2 の減算手段 111 の軟判定出力結果とが加算される。なお、最初の復号のときは第 2 の減算手段 111 から出力される軟判定出力結果は 0 であるから、第 1 の加算手段 102 からは演算手段 101 の結果がそのまま出力される。

【0009】第 1 の加算手段 102 における加算結果は第 1 の記憶手段 103 に送られ記憶される。また、この加算結果は第 1 の軟出力情報計算手段 104 に入力され、演算手段 101 において補正された第 2 系列の信頼度情報とともに MAP 復号あるいは log-MAP 復号などの軟判定復号アルゴリズムを用いて、第 1 系列の復号後の軟判定情報を計算し出力する。

【0010】次に、減算手段 105 において、第 1 の軟判定情報計算手段 104 からの軟判定情報から第 1 の記憶手段 103 に記憶されている値を引いて差分値を軟判定出力結果として出力する。

【0011】次に、演算装置 101 での演算結果は第 2 の加算手段 106 に送られ、演算手段 101 において計算された第 1 系列の軟判定情報は、第 1 の減算手段 105 からの軟判定出力結果と加算される。

【0012】第 2 の加算手段 106 における加算結果は第 2 の記憶手段 107 に送られ、記憶される。また、第 2 の加算手段 106 における加算結果は、インタリーバ 108 にも送られ、順序の変更が行われる。その後、インタリーバ 108 からの出力は、第 2 の軟判定情報計算手段 109 に入力され、演算手段 101 において補正された第 3 系列の軟判定情報とともに MAP 復号あるいは log-MAP 復号などの軟判定復号アルゴリズムを用いて第 1 系列の復号後の軟判定情報を計算し出力する。

【0013】次に、デインタリーバ 110 において、順序が元に戻される。その後、第 2 の減算手段 111 において、デインタリーバ 110 から出力された順序が元に戻った軟判定情報から第 2 の記憶手段 107 に記憶されている値を引いて、差分値である軟判定出力結果を計算する。

【0014】以下、上記の操作を繰り返し行い、あらかじめ定められた繰り返し回数の操作を行った結果、デインタリーバ 110 から出力された値を硬判定手段 112 において 0 か 1 の硬判定の判定を行い、それを復号結果として出力する。なお、繰り返し回数のカウント、および硬判定手段 112 への値への入力制御は、制御手段（図示せず）にて行なわれている。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】このように、従来のターボ符号の誤り訂正復号装置においては、いかなる受信状態に対しても復号性能を上げるために、受信後の信頼度の平均値と分散値を用いて軟判定情報の補正を行う必要がある。しかし、このためには信頼度の平均と分散値とを計算する必要がある、この計算は非常に複雑であるために、処理速度が遅延したり、回路が複雑になるという問題があった。

【0016】この発明は、上述の問題を解決するためになされたものであり、各受信ビットの軟判定情報の補正を少ない演算量で行うことにより、処理速度を高速化できるターボ符号の誤り訂正復号方法、および、回路規模を小さくしたターボ符号の誤り訂正復号装置を提供することを目的としている。

【0017】

【課題を解決するための手段】この発明にかかるターボ符号の誤り訂正復号装置においては、信頼度についての平均値を計算する平均値計算手段と、受信ビットの軟判定情報と平均値との比から信頼度を補正した軟判定情報

を求める復号用軟判定情報計算手段とを有するものとした。

【0018】さらに、復号用軟判定情報計算手段は、受信ビットの軟判定情報と平均値との比を求める除算手段と、除算手段で求めた比を、予め記憶された変換テーブルを用いて変換することで信頼度を補正した軟判定情報を求めるテーブル変換手段とを有するものとした。

【0019】さらに、復号用軟判定情報計算手段は、受信ビットの軟判定情報と平均値との比を求める除算手段と、除算手段で求めた比に予め記憶された定数を乗算することで信頼度を補正した軟判定情報を求める乗算手段とを有するものとした。

【0020】また、この発明にかかるターボ符号の誤り訂正復号装置においては、信頼度についての平均値を計算する平均値計算手段と、平均値からビットシフト量を求めるビットシフト量計算手段と、受信ビットの信頼度情報をビットシフト量でビットシフトすることで信頼度を補正した軟判定情報を求めるビットシフト演算手段とを有するものとした。

【0021】また、この発明にかかるターボ符号の誤り訂正復号方法においては、信頼度についての平均値を計算するステップと、受信ビットの軟判定情報と平均値との比を求め、この比を予め記憶された変換テーブルを用いて変換することで信頼度を補正した軟判定情報を求めるステップとを有するものとした。

【0022】また、この発明にかかるターボ符号の誤り訂正復号方法においては、信頼度についての平均値を計算するステップと、受信ビットの軟判定情報と平均値との比を求め、この比に予め記憶された定数を乗算することで信頼度を補正した軟判定情報を求めるステップとを有するものとした。

【0023】また、この発明にかかるターボ符号の誤り訂正復号方法においては、信頼度についての平均値を計算するステップと、平均値からビットシフト量を求め、受信ビットの信頼度情報をビットシフト量でビットシフトすることで信頼度を補正した軟判定情報を求めるステップとを有するものとした。

【0024】

【発明の実施の形態】実施の形態1. 図1は、この発明の実施の形態1におけるターボ符号の誤り訂正復号装置の構成を示すブロック図である。図1中、1はターボ符号の誤り訂正復号装置である。2は、受信ビットの特定ビットの信頼度（軟判定情報の絶対値）について平均値を計算する平均値計算手段である。3は、第1系列を記憶するための第1の記憶手段である。4は、第2系列を記憶するための第2の記憶手段である。5は、第3系列を記憶するための第3の記憶手段である。6は、軟判定情報の計算を行う検査ビットとして、第2の記憶手段4と第3の記憶手段5に記憶されているいずれかの系列を選択する選択手段である。7は、第1の記憶手段3に記

憶されている第1系列の軟判定情報の値を、平均値計算手段1において計算された平均値で除算する第1の除算手段である。

【0025】8は、第2の記憶手段4または第3の記憶手段5に記憶されている各系列の軟判定情報を、平均値計算手段1において計算された平均値で除算する第2の除算手段である。9は、第1の除算手段7で計算された値を復号に用いる軟判定情報に変換するための第1のテーブル変換手段である。10は、第2の除算手段8で計算された値を復号に用いる軟判定情報に変換するための第2のテーブル変換手段である。なお、第1のテーブル変換手段9および第2のテーブル変換手段10は、受信ビットの軟判定情報を信頼度の平均値で除算した値をアドレスとした変換テーブルを有しており、この変換テーブルで、復号に用いる信頼度を補正した軟判定情報への変換を行っている。

【0026】11は、前段の第1系列の軟判定出力結果に対して、入力 of 軟判定情報の差分を取った値を記憶するための第4の記憶手段である。12は、第1系列の復号後の軟判定情報を計算するための軟判定情報計算手段である。13は、軟判定情報計算手段12に入力される第1系列の各ビットの軟判定情報を加算するための加算手段である。14は、軟判定情報計算手段12の出力と加算手段13からの出力との差分を計算する減算手段である。15は、軟判定情報計算手段12の出力から硬判定出力結果を計算する硬判定手段である。なお、第1の除算手段7および第1のテーブル変換手段9で、第1の復号用軟判定情報計算手段16が構成され、第2の除算手段8および第2のテーブル変換手段10で、第2の復号用軟判定情報計算手段17が構成されている。

【0027】次に、ターボ符号の符号化装置から送信ビットを受信し、硬判定情報を出力するまでの動作を、図1、および図2のターボ符号の誤り訂正復号方法を示すフローチャートを用いて説明する。

【0028】まず、回線等を通じて送信ビットが送られたことを検出し、内部の繰り返し復号回数を示すカウンタ（図示せず）を初期状態にする（ステップ（以降、「S」とする）1）。また、受信ビットの軟判定情報が第1系列、第2系列、第3系列に対してそれぞれ、 $x1i$, $x2i$, $x3i$ ($i=0,1,\dots,N-1$)として入力され、それぞれ第1の記憶手段3、第2の記憶手段4、第3の記憶手段5に記憶される。さらに、平均値計算手段2では、あらかじめ定まっているビットの信頼度、例えば軟判定情報の絶対値について平均値Aを計算する（S2）。

【0029】次に、くり返し復号回数を示すカウンタが予め定められた値Kになったかが判断される（S3）。S3で、Kになっていない場合には、まず、平均値計算手段2から第1の除算手段7および第2の除算手段8に平均値Aが送られる。さらに、第1の記憶手段3から第1系列の軟判定情報が第1の除算手段7に送られ、選択

手段6が第2の記憶手段4と第2の除算手段8との経路を設定することにより、第2の記憶手段4から第2系列の軟判定情報が第2の除算手段8に送られる。第1の除算手段7では、

【0030】

$B_{ji} = x_{ji} / A \quad (j=1, 2, 3) \quad \dots (数1)$

【0031】により（ここでは $j=1$ である）、第1系列の各軟判定情報と平均値 A との間での比を計算する。この比 B_{1i} は、第1のテーブル変換手段9に送られ、内部に記憶された変換テーブルを用いた変換により、 $y_{1i} = \sigma(B_{1i})$ とされ、軟判定情報の信頼度が補正される。なお、同様の動作は、第2系列の軟判定情報に対しても、第2の除算手段8で B_{2i} が計算され、第2のテーブル変換手段10で y_{2i} が計算される（S4）。

【0032】次に、第1のテーブル変換手段9から信頼度の補正がなされた第1系列 y_{1i} が、第2のテーブル変換手段10から信頼度の補正がなされた第2系列 y_{2i} が、第4の記憶手段11から前段の軟判定出力結果 q_i が軟判定情報計算手段12に送られ、MAP復号や \log -MAP復号といった軟判定アルゴリズムにより第1系列の軟判定情報 z_{1i} を計算する（S5）。なお、1回目の軟判定情報生成の時には、第4の記憶手段11には0が記憶されている。

【0033】次に、加算手段13では、第1のテーブル変換手段9から送られた補正された第1系列の軟判定情報 y_{1i} と、第4の記憶手段11から送られた第1系列の軟判定情報の和 q_i との和を求め、減算手段14にて、軟判定情報計算手段12から送られた軟判定情報から加算手段13から送られた値を減算し、軟判定出力結果 p_i を得る。この軟判定出力結果 p_i を先頭から順に第4の記憶手段11に記憶させる（S6）。

【0034】次に、平均値計算手段2から第2の除算手段8に平均値 A が送られる。さらに、選択手段6が第3の記憶手段5と第2の除算手段8との経路を設定することにより、第3の記憶手段5から第3系列の軟判定情報が第2の除算手段8に送られる。第3の除算手段8では、S4と同様に、 B_{3i} が計算され、第2のテーブル変換手段10では、 $y_{3i} = \sigma(B_{3i})$ とされ、信頼度が補正される（S7）。

【0035】次に、第2のテーブル変換手段10から信頼度の補正がなされた第3系列 y_{3i} が、第4の記憶手段11から前段の軟判定出力結果 $\pi(p_i)$ が、第1のテーブル変換手段9から軟判定情報の補正がなされた第1系列 $\pi(y_{1i})$ が、軟判定情報計算手段12に送られ、MAP復号や \log -MAP復号といった軟判定アルゴリズムにより第1系列の軟判定情報 $\pi(z_{2i})$ を生成する（S8）。

【0036】次に、加算手段13では、第1のテーブル変換手段9から送られた信頼度が補正された第1系列 $\pi(y_{1i})$ と、第4の記憶手段11から送られた第1系列の

軟判定情報 $\pi(p_i)$ との和を求め、減算手段14にて、軟判定情報計算手段12から送られた軟判定情報 $\pi(z_{2i})$ から加算手段13から送られ和を減算し、軟判定出力結果 $\pi(q_i)$ を得る。なお、この軟判定出力結果はインタリーブ順に第4の記憶手段11に記憶させる（S9）。従って、 q_i が記憶されたことになる。

【0037】次に、くり返し復号回数を示すカウンタをインクリメントし（S10）、S3に移動する。この様な操作を、 m は K になるまで繰り返す。S3で、 m が K になった時には、硬判定手段15で、軟判定情報計算手段12で生成された軟判定情報 $\pi(z_{2i})$ に対して、硬判定情報を計算し、0あるいは1の判断を行い、その結果を先頭から順に並べて、最終的な復号結果として z_{2i} を出力する（S11）。なお、これはデインタリーブ π^{-1} に指定される順に順序変更をして出力することに相当する。

【0038】このような方法では、特定の受信ビットの信頼度について平均を計算し、その平均値により変換テーブルを用いて各受信ビットの信頼度を補正するようにしたので、複雑な計算が必要なくなり処理速度を向上させることができる。

【0039】また同時に、複雑な計算をする必要がない分、回路構成を簡単にし、回路規模を小さくすることができる。

【0040】なお、この実施の形態1では、第1および第2系列の軟判定情報から変換テーブルを用いて復号に用いる信頼度が補正された軟判定情報を求める変換と、第3系列の軟判定情報から変換テーブルを用いて復号に用いる信頼度が補正された軟判定情報を求める変換とを異なるステップで行う構成にしているが、この処理を1度に、すなわち、第1・第2・第3系列の軟判定情報から変換テーブルを用いて復号に用いる軟判定情報を求める変換を最初に実施してバッファに保存し、それを利用して、その後の処理を実施してもよい。

【0041】これは、図2のフローチャートで、S4およびS7を1つとし、S2とS3の間にこのステップを挿入するようにするものであり、図3に示したフローチャートの様な方法になる。なお、図3では、S12が、S4およびS7に相当する処理を実行している。

【0042】これにより、復号に用いる軟判定情報の計算は、1度実行すればよいことになり、処理速度をさらに早めることができる。

【0043】実施の形態2。図4は、この発明の実施の形態2におけるターボ符号の誤り訂正復号装置の構成を示すブロック図であり、図1のターボ符号の誤り訂正復号装置において、第1の除算手段および第2の除算手段で計算された値を、復号に用いる信頼度を補正した軟判定情報に変換する際に、予め定められた定数を乗算する方式としたものである。

【0044】図4中、20は、第1の除算手段で計算さ

れた値を、予め定められた定数を乗算することで復号に用いる信頼度を補正した軟判定情報に変換するための第1の定数乗算手段である。21は、第2の除算手段で計算された値を、予め定められた定数を乗算することで復号に用いる信頼度を補正した軟判定情報に変換するための第2の定数乗算手段である。なお、第1の除算手段7および第1の定数乗算手段20で、第1の復号用軟判定情報計算手段22が構成され、第2の除算手段8および第2の定数乗算手段21で、第2の復号用軟判定情報計算手段23が構成されている。

【0045】次に、ターボ符号の符号化装置から送信ビットを受信し、硬判定情報を出力するまでの動作を、図4、および図5のターボ符号の誤り訂正復号方法を示す*

$$y_{ji} = M \cdot B_{ji} (= M \cdot x_{ji} / A) \quad (j=1, 2, 3) \quad \dots (\text{数2})$$

【0049】の計算（ここでは、 $j=1$ である）がなされて、軟判定情報の信頼度が補正される。なお、ここでMは予め定めた乗数であり、0.2から0.4程度の値とするのが好ましい。なお、同様の動作は、第2系列の軟判定情報に対しても、第2の除算手段8で B_{2i} が計算され、第2の定数乗算手段21で y_{2i} が計算される、（S20）

【0050】次に、S5、S6が実行される。

【0051】次に、平均値計算手段2から第2の除算手段8に平均値Aが送られる。さらに、選択手段6が第3の記憶手段5と第2の除算手段8との経路を設定することにより、第3の記憶手段5から第3系列の軟判定情報が第2の除算手段8に送られる。第3の除算手段8では、S20と同様に、 B_{3i} が計算され、第2の定数乗算手段21で、 $y_{3i} = M \cdot B_{3i}$ とされ、信頼度が補正される（S21）。

【0052】次に、S8、S9、S10が実行される。

【0053】S3で、mがKになった時には、S11を実行する。なお、図5のフローチャートにおけるS1・S2・S3・S5・S6・S8・S9・S10・S11の動作は、図2のフローチャートのものと同様である。

【0054】このような方法では、特定の受信ビットの信頼度について平均を計算し、その平均値に乗数Mを乗算することによって各受信ビットを補正した軟判定情報を得る構成にしたので、テーブル変換をするのに比較して処理速度を向上させることができる。

【0055】また同時に、このような装置では、変換テーブルを持つ必要がなくなるので回路規模をさらに小さくすることができる。

【0056】なお、この実施の形態2では、第1および第2系列の軟判定情報から復号で用いる軟判定情報を計算する処理と、第3系列の軟判定情報から復号で用いる軟判定情報を計算する処理とを異なるステップで行う構成にしているが、この処理を1度に、すなわち、第1・第2・第3系列の軟判定情報から復号で用いる軟判定情報を計算する処理を最初に実施してバッファに保存して

* フローチャートを用いて説明する。

【0046】まず、S1、S2、S3が実行される。

【0047】S3で、mがKになっていない場合には、まず、平均値計算手段2から第1の除算手段7および第2の除算手段8に平均値Aが送られる。さらに、第1の記憶手段3から第1系列の軟判定情報が第1の除算手段7に送られ、選択手段6が第2の記憶手段4と第2の除算手段8との経路を設定することにより、第2の記憶手段4から第2系列の軟判定情報が第2の除算手段8に送られる。第1の除算手段7では、数式1を用いて第1系列の各軟判定情報と平均値Aとの間での比 B_{1i} を計算する。この比 B_{1i} は、第1の定数乗算手段20に送られ、

【0048】

おき、それを利用して、その後の処理を実施してもよい。

【0057】これは、図5のフローチャートで、S20およびS21を1つとし、S2とS3の間にこのステップを挿入するようにしたものであり、図6に示したフローチャートの様になる。なお、図6では、S22がS20およびS21に相当する処理を実行している。

【0058】これにより、復号に用いる軟判定情報の計算は、1度実行すればよいことになり、処理速度をさらに早めることができる。

【0059】実施の形態3. 図7は、この発明の実施の形態3におけるターボ符号の誤り訂正復号装置の構成を示すブロック図であり、図1のターボ符号の誤り訂正復号装置において、第1の記憶手段・第2の記憶手段・第3の記憶手段に記憶された軟判定情報を、平均値計算手段で用いた平均値を使用し、ビットシフトをすることで復号に用いる信頼度を補正した軟判定情報に変換する方式にしたものである。

【0060】図7中、30は、平均値計算手段2により計算された平均値に基づいて、受信ビットの信頼度情報のビットシフト量を計算するビットシフト量計算手段である。31は、第1系列の信頼度情報についてビットシフトを行う第1のビットシフト演算手段、32は、第2系列または第3系列の信頼度情報についてビットシフトを行う第2のビットシフト演算手段である。

【0061】次に、ターボ符号の符号化装置から送信ビットを受信し、硬判定情報を出力するまでの動作を、図7、および図8のターボ符号の誤り訂正復号方法を示すフローチャートを用いて説明する。

【0062】まず、S1、S2、S3が実行される。

【0063】S3で、mがKになっていない場合には、まず、平均値計算手段2からビットシフト量計算手段30に平均値Aが送られる。ビットシフト量計算手段30では、この平均値から最適なビットシフト量を計算する。なお、最適なビットシフト量とは、平均値を予め定められた値に一番近くなるようなビットシフト量のこと

であり、これにより信頼度の平均のばらつきを無くすることになる。さらに、このビットシフト量は、ビットシフト量計算手段30から第1のビットシフト演算手段31に送られ、さらに第1の記憶手段3から第1系列の軟判定情報がビットシフト演算手段31に送られる。第1のビットシフト演算手段31では、ビットシフト量に従って、第1系列の信頼度情報をビットシフトし、信頼度が補正された、復号で用いる軟判定情報 y_{1i} が求まる。なお、第1のビットシフト演算手段31と同様の動作は、第2系列の軟判定情報に対しても、第2のビットシフト演算手段32でビットシフトが行なわれ、復号で用いる軟判定情報が y_{2i} が求まる(S30)。

【0064】次に、S5、S6が実行される。

【0065】次に、平均値計算手段2から送られた平均値に基づき、ビットシフト量計算手段30でビットシフト量が求められ、このビットシフト量がビットシフト量計算手段30から第2のビットシフト演算手段32に送られる。さらに、選択手段6が第3の記憶手段5と第2のビットシフト演算手段32との経路を設定することにより、第3の記憶手段5から第3系列の軟判定情報が第2のビットシフト演算手段32に送られる。第2のビットシフト演算手段32では、S30と同様に、ビットシフトが行なわれ、復号で用いる軟判定情報 y_{3i} が求まる(S31)。

【0066】次に、S8、S9、S10が実行される。

【0067】S3で、 m が K になった時には、S11を実行する。なお、図8のフローチャートにおけるS1・S2・S3・S5・S6・S8・S9・S10・S11の動作は、図2のフローチャートのものと同様である。

【0068】このような方法では、乗算をすることなく、単純なビットシフトのみで復号に用いる軟判定情報を求めることができるので、処理速度をさらに向上させることができる。

【0069】また同時に、このような装置では、復号に用いる軟判定情報を求めるのに計算回路ではなくビットシフト回路を用いることができ、回路規模をさらに小さくすることができる。

【0070】なお、この実施の形態3では、第1および第2系列の軟判定情報からビットシフトで復号で用いる軟判定情報を計算する処理と、第3系列の軟判定情報からビットシフトで復号で用いる軟判定情報を計算する処理とを異なるステップで行う構成にしているが、この処理を1度に、すなわち、第1・第2・第3系列の軟判定情報からビットシフトで復号で用いる軟判定情報を計算する処理を最初に実施し、それをバッファに保存しておいて、それを利用しその後の軟判定情報の補正処理を実施してもよい。

【0071】これは、図8のフローチャートで、S30およびS31を1つとし、S2とS3の間にこのステップを挿入するようにするものであり、図9に示したフロ

ーチャートの様になる。なお、図9では、S32がS30およびS31に相当する処理を実行している。

【0072】これにより、復号に用いる軟判定情報の計算は、1度実行すればよいことになり、処理速度をさらに早めることができる。

【0073】

【発明の効果】この発明にかかるターボ符号の誤り訂正復号装置においては、信頼度についての平均値を計算する平均値計算手段と、受信ビットの軟判定情報と平均値との比から信頼度を補正した軟判定情報を求める復号用軟判定情報計算手段とを有するものとした。

【0074】さらに、復号用軟判定情報計算手段は、受信ビットの軟判定情報と平均値との比を求める除算手段と、除算手段で求めた比を、予め記憶された変換テーブルを用いて変換することで信頼度を補正した軟判定情報を求めるテーブル変換手段とを有するものとした。

【0075】これにより、複雑な計算をする必要がなくなり、回路構成を簡単にし、回路規模を小さくすることができる。

【0076】さらに、復号用軟判定情報計算手段は、受信ビットの軟判定情報と平均値との比を求める除算手段と、除算手段で求めた比に予め記憶された定数を乗算することで信頼度を補正した軟判定情報を求める乗算手段とを有するものとした。

【0077】これにより、変換テーブルを持つ必要もなくなるので回路規模をさらに小さくすることができる。

【0078】また、この発明にかかるターボ符号の誤り訂正復号装置においては、信頼度についての平均値を計算する平均値計算手段と、平均値からビットシフト量を求めるビットシフト量計算手段と、受信ビットの信頼度情報をビットシフト量でビットシフトすることで信頼度を補正した軟判定情報を求めるビットシフト演算手段とを有するものとした。

【0079】これにより、計算回路ではなくビットシフト回路を用いることができ、回路規模をさらに小さくすることができる。

【0080】また、この発明にかかるターボ符号の誤り訂正復号方法においては、信頼度についての平均値を計算するステップと、受信ビットの軟判定情報と平均値との比を求め、この比を予め記憶された変換テーブルを用いて変換することで信頼度を補正した軟判定情報を求めるステップとを有するものとした。

【0081】これにより、複雑な計算が必要なくなり処理速度を向上させることができる。

【0082】また、この発明にかかるターボ符号の誤り訂正復号方法においては、信頼度についての平均値を計算するステップと、受信ビットの軟判定情報と平均値との比を求め、この比に予め記憶された定数を乗算することで信頼度を補正した軟判定情報を求めるステップとを有するものとした。

【0083】これにより、テーブル変換をするのに比較して処理速度を向上させることができる。

【0084】また、この発明にかかるターボ符号の誤り訂正復号方法においては、信頼度についての平均値を計算するステップと、平均値からビットシフト量を求め、受信ビットの信頼度情報をビットシフト量でビットシフトすることで信頼度を補正した軟判定情報を求めるステップとを有するものとした。

【0085】これにより、乗算をすることなく、単純なビットシフトのみで復号に用いる軟判定情報を求めることができるので、処理速度をさらに向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1におけるターボ符号の誤り訂正復号装置を示すブロック図である。

【図2】 この発明の実施の形態1におけるターボ符号の誤り訂正復号方法を示すフローチャートである。

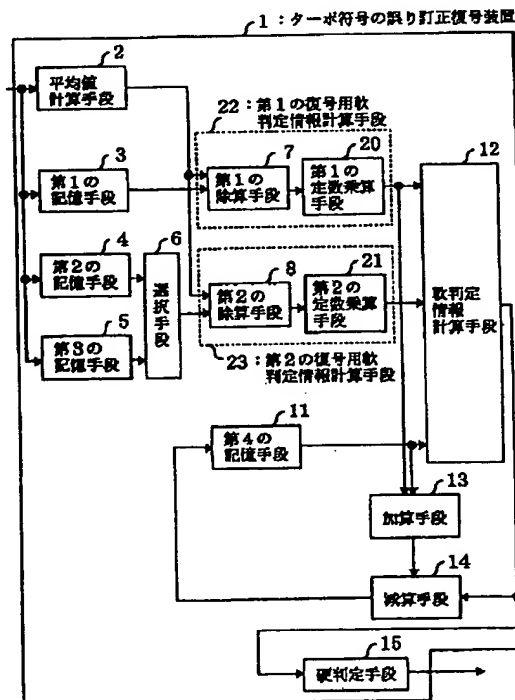
【図3】 この発明の実施の形態1における、他のターボ符号の誤り訂正復号方法を示すフローチャートである。

【図4】 この発明の実施の形態2におけるターボ符号の誤り訂正復号装置を示すブロック図である。

【図5】 この発明の実施の形態2におけるターボ符号の誤り訂正復号方法を示すフローチャートである。

【図6】 この発明の実施の形態2における、他のターボ符号の誤り訂正復号方法を示すフローチャートであ *

【図4】



*る。

【図7】 この発明の実施の形態3におけるターボ符号の誤り訂正復号装置を示すブロック図である。

【図8】 この発明の実施の形態3におけるターボ符号の誤り訂正復号方法を示すフローチャートである。

【図9】 この発明の実施の形態3における、他のターボ符号の誤り訂正復号方法を示すフローチャートである。

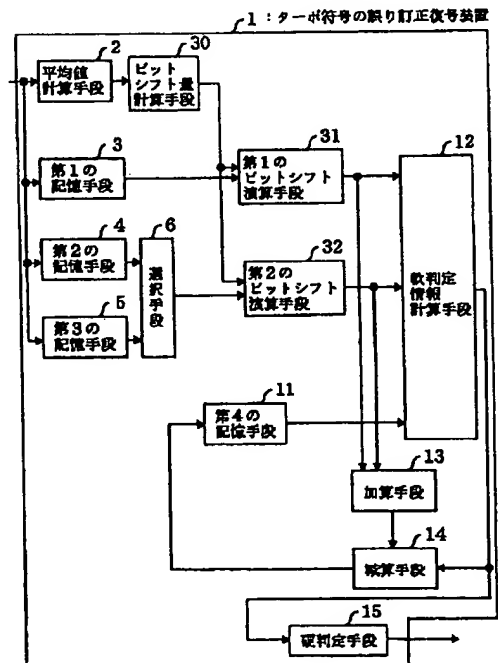
【図10】 従来のターボ符号の誤り訂正復号装置を示すブロック図である。

【図11】 従来のターボ符号の符号化装置を示すブロック図である。

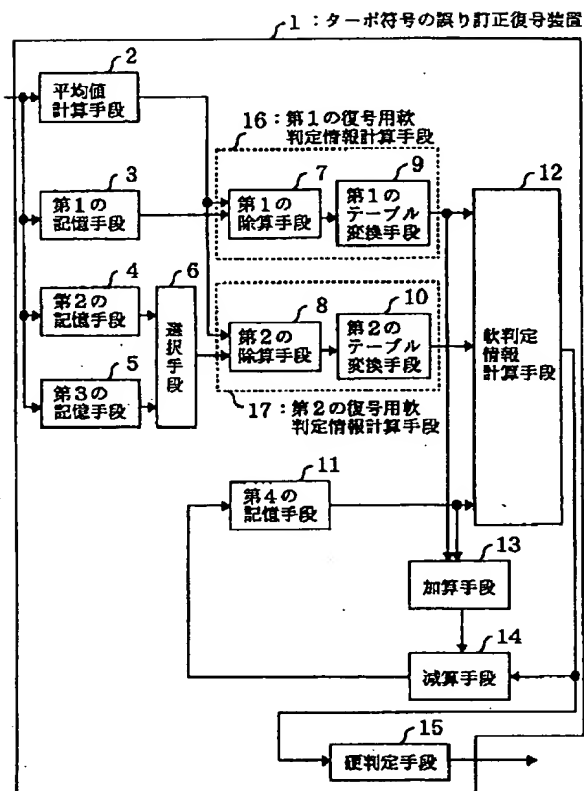
【符号の説明】

1 ターボ符号の誤り訂正復号装置、 2 平均値計算手段、 3 第1の記憶手段、 4 第2の記憶手段、 5 第3の記憶手段、 6 選択手段、 7 第1の除算手段、 8 第2の除算手段、 9 第1のテーブル変換手段、 10 第2のテーブル変換手段、 11 第4の記憶手段、 12 軟判定情報計算手段、 13 加算手段、 14 減算手段、 15 硬判定手段、 16 第1の復号用軟判定情報計算手段、 17 第2の復号用軟判定情報計算手段、 20 第1の定数乗算手段、 21 第2の定数乗算手段、 22 第1の復号用軟判定情報計算手段、 23 第2の復号用軟判定情報計算手段、 30 ビットシフト手段、 31 第1のビットシフト演算手段、 32 第2のビットシフト演算手段

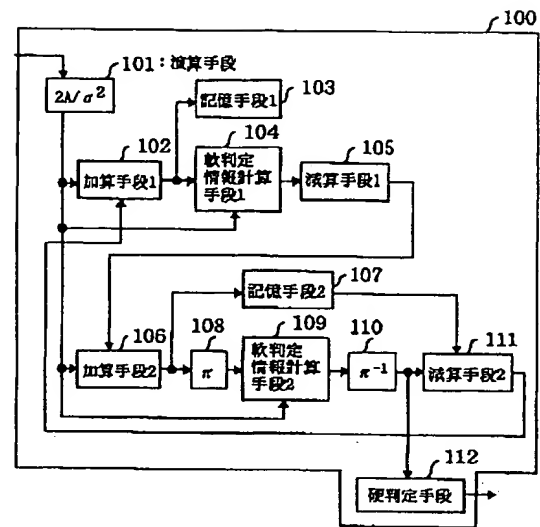
【図7】



【図1】

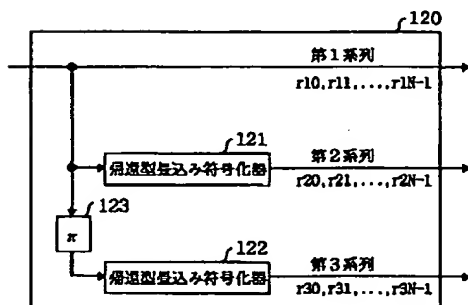


【図10】



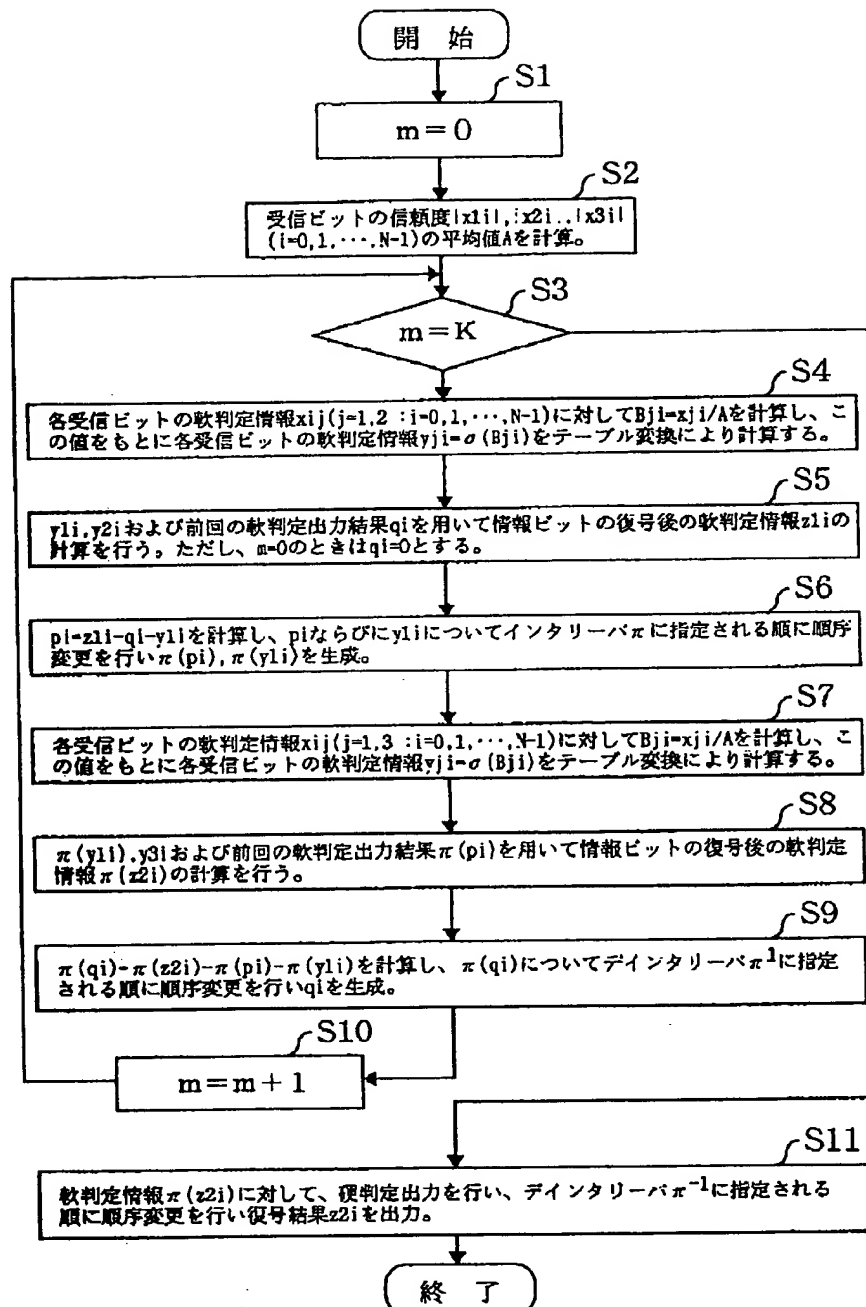
- 100: ターボ符号の誤り訂正復号装置
 101: 演算手段
 102: 第1の加算手段
 103: 第1の記憶手段
 104: 第1の軟判定情報計算手段
 105: 第1の減算手段
 106: 第2の加算手段
 107: 第2の記憶手段
 108: インタリーブ
 109: 第2の軟判定情報計算手段
 110: デインタリーブ
 111: 第2の減算手段
 112: 硬判定手段

【図11】

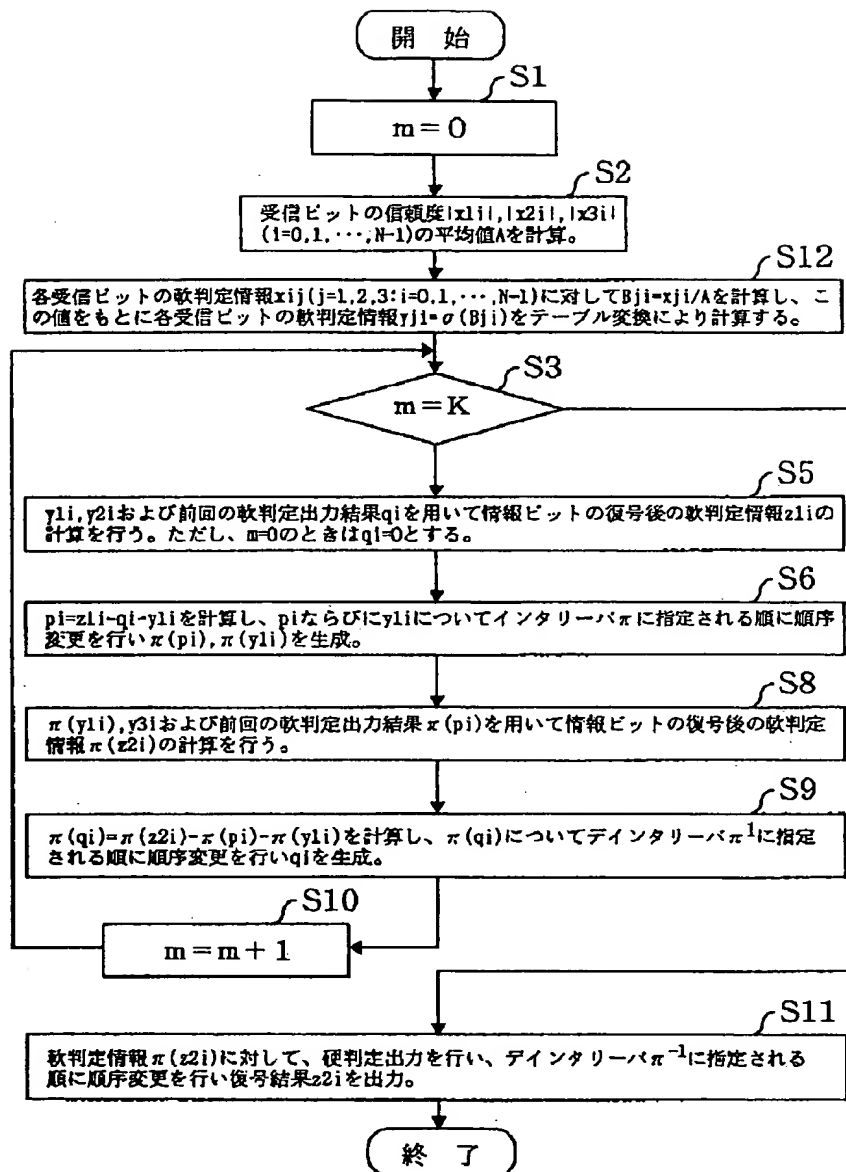


- 120: ターボ符号の符号装置
 121: 第1の遅延型畳込み符号化器
 122: 第2の遅延型畳込み符号化器
 123: インタリーブ

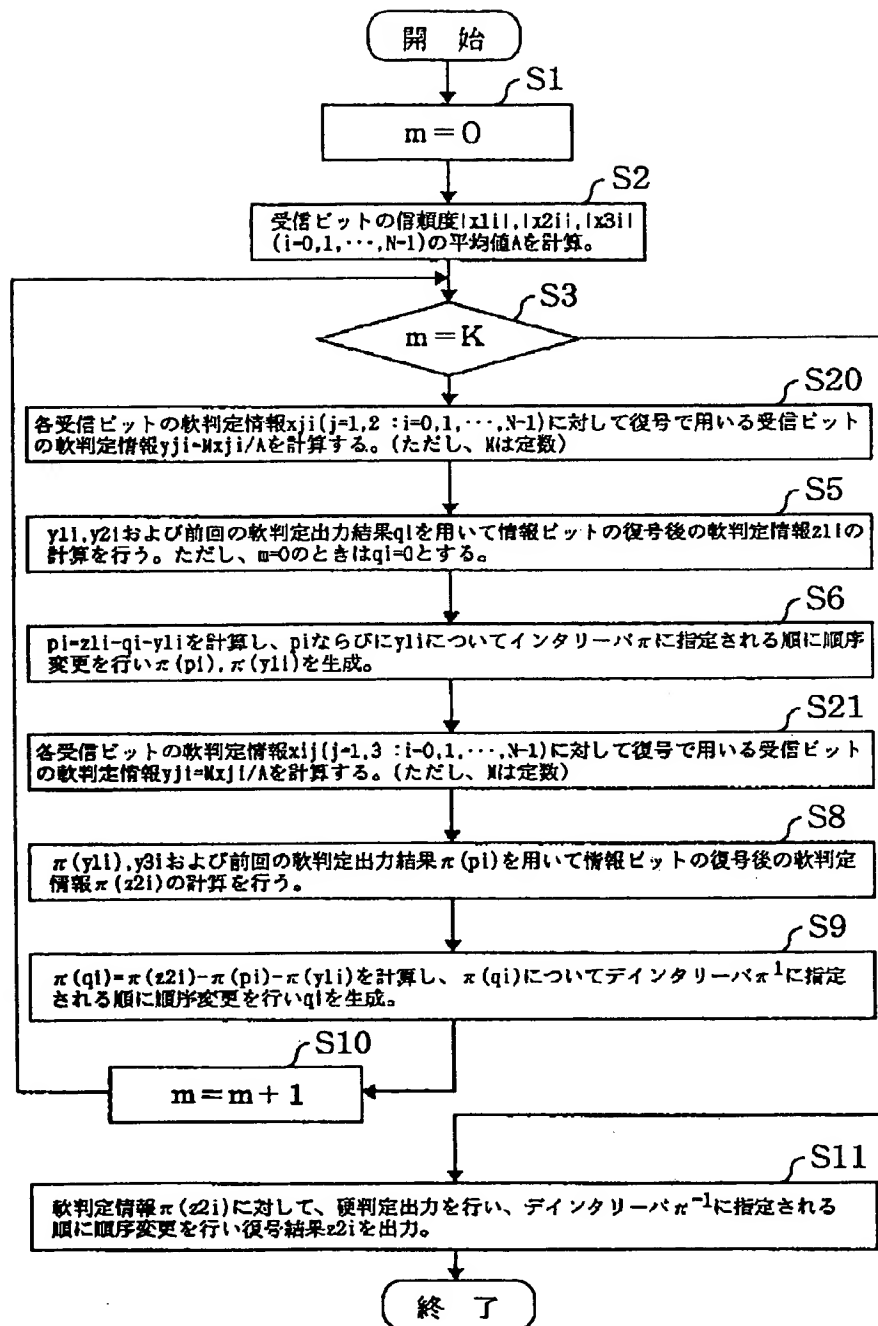
【図2】



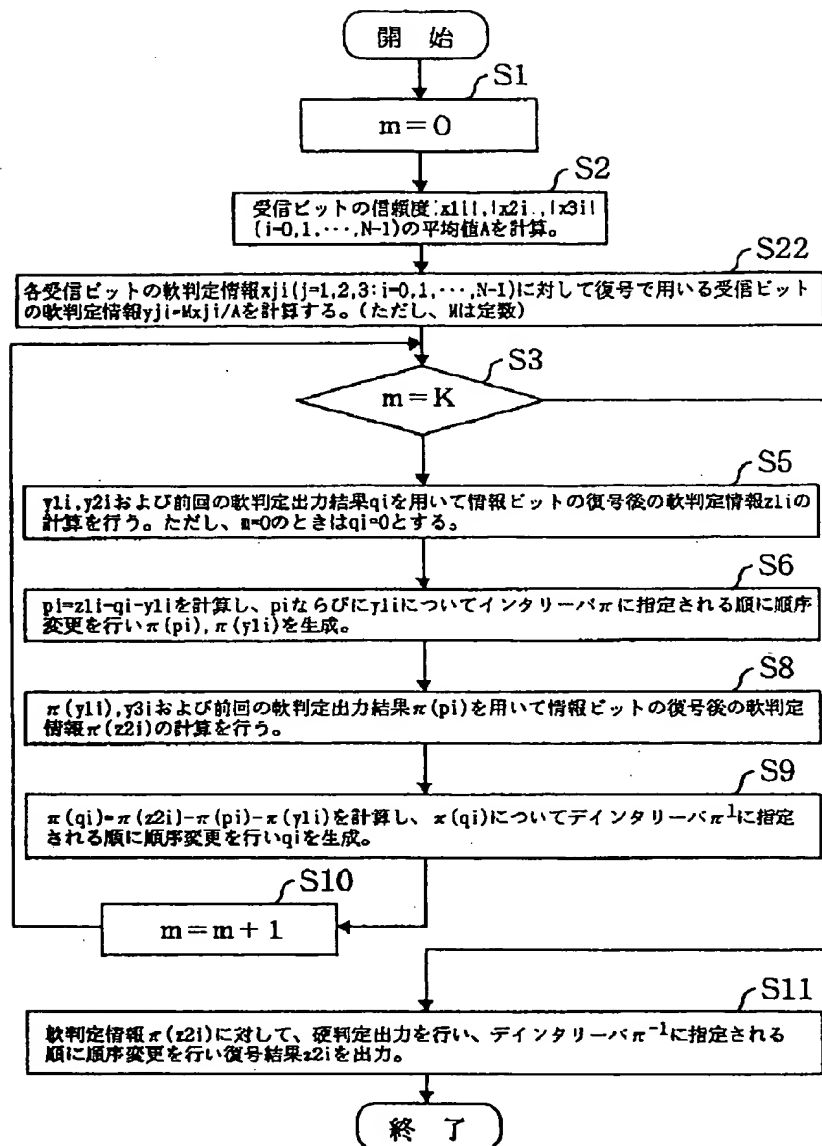
【図3】



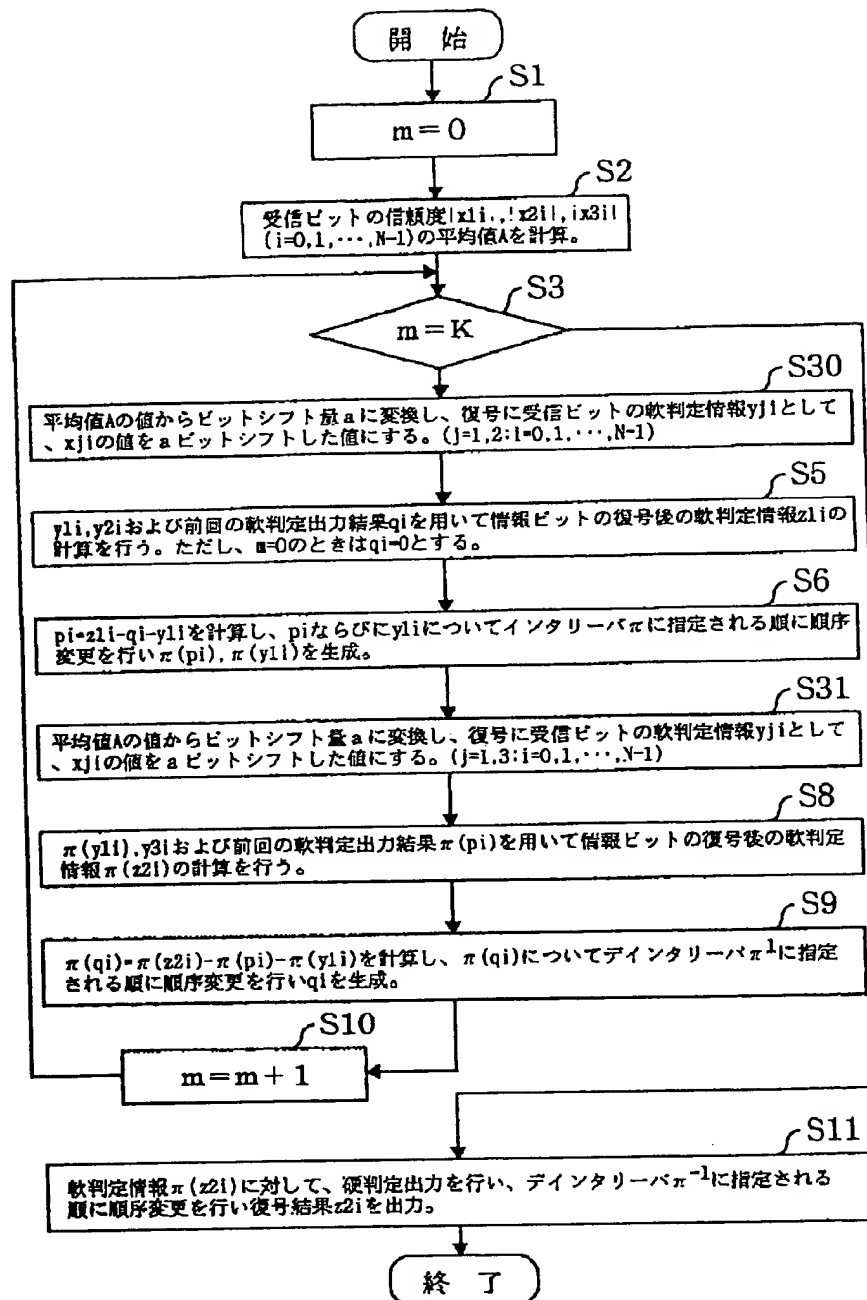
【図5】



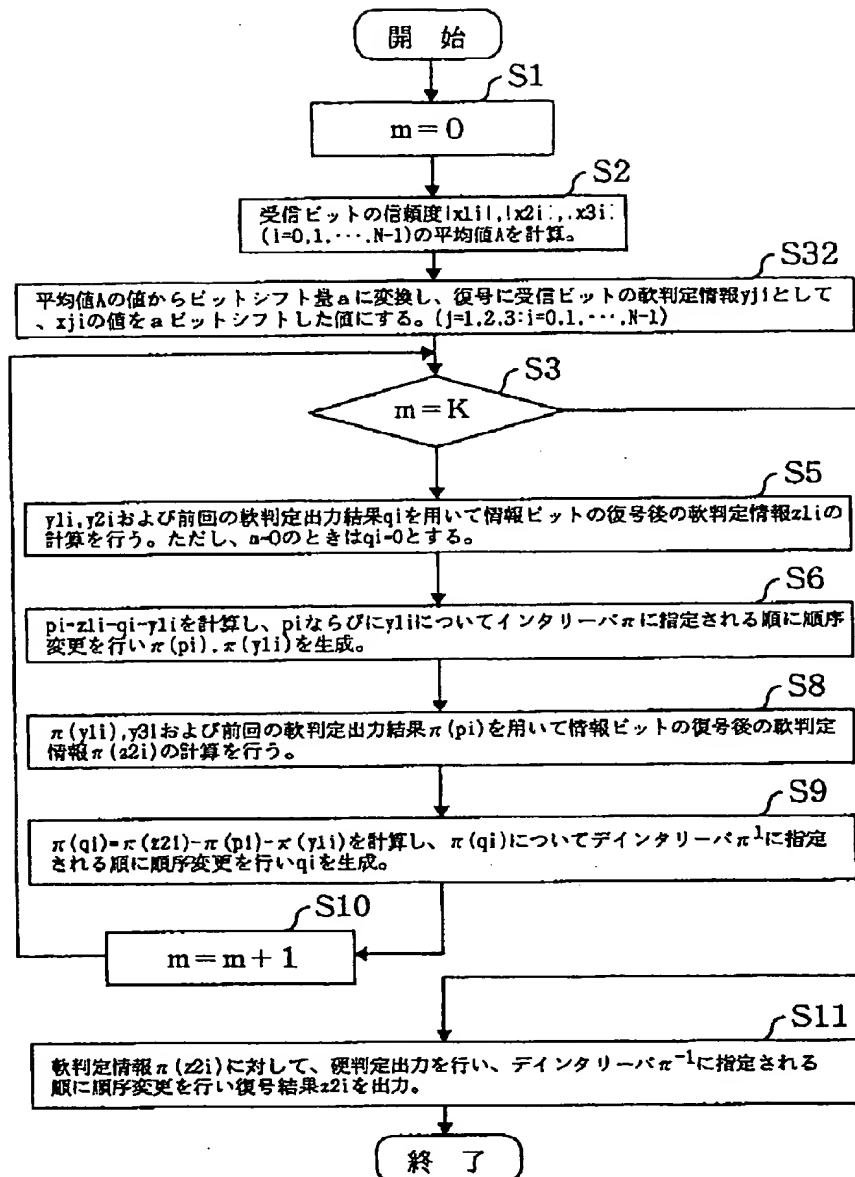
【図6】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 吉田 英夫
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

Fターム(参考) 5B001 AA10 AB02 AC01 AC02 AC05
AD06
5J065 AB01 AC02 AD10 AD13 AF01
AF03 AG06 AH02 AH03 AH06
AH09 AH12 AH15 AH21

THIS PAGE BLANK (USPTO)